

тепловые процессы имеют высокую инерционность, на графиках заметно повышение температуры. По нему можно косвенно судить, на сколько градусов вращающийся вентилятор охлаждает тот или иной элемент оборудования.

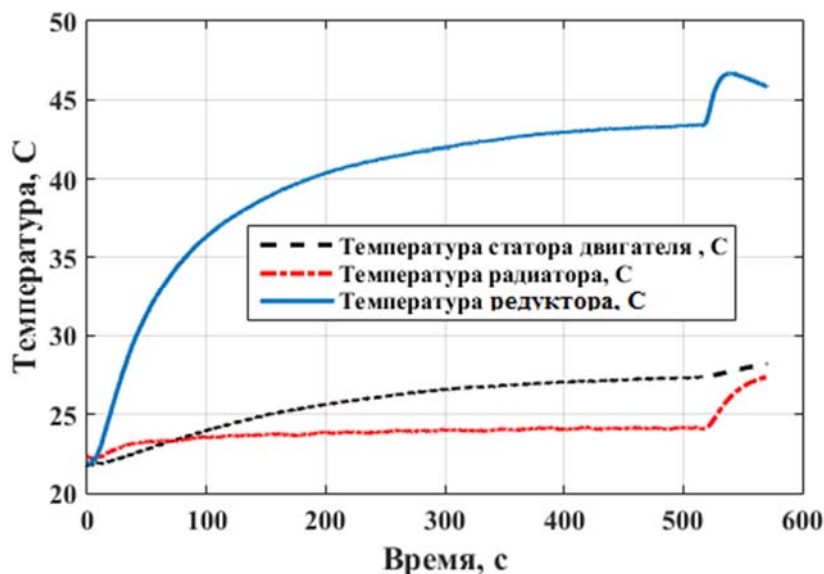


Рис. 3. Экспериментальные данные

Таким образом представлен простой и дешевый способ проводить измерения температуры оборудования используя термисторы и АЦП.

Список использованных источников

1. Козлов М. Г. Метрология и стандартизация: учебник / М. Г. Козлов. М.-СПб.: Петербургский ин-т печати, 2001. 372 с.
2. Пасынков В. В. Полупроводниковые приборы: учеб. для вузов по спец. «Полупроводники и диэлектрики» и «Полупроводниковые и микроэлектронные приборы» 4-е изд., М.: Высш. шк., 1987. 479 с.
3. Характеристики термисторов [Электронный ресурс]. URL: http://www.joyin.com.tw/lan_en/products (дата обращения 15.11.2015).

УДК 624.9

Климарев В. А., Дмитриевский В. А., Прахт В. А.,
Деулин В. А., Соколов И. В., Аскеров Д. Р., Трегубов П. В.
Уральский федеральный университет
Klimarev-va@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ

Аннотация. В работе представлены результаты исследования влияния электроэрозионной обработки на магнитные свойства электротехнической стали, используемой для изготовления энергоэффективных электрических машин; описана постановка эксперимента, проведен анализ полученных результатов.

© Климарев В. А., Дмитриевский В. А., Прахт В. А.,
Деулин В. А., Соколов И. В., Аскеров Д. Р., Трегубов П. В., 2015

При проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области энергоэффективных электрических машин существует необходимость сравнения расчетных параметров спроектированной машины с параметрами реального опытного образца. Как показала практика, для получения высоких энергетических характеристик образца спроектированной электрической машины недостаточно иметь оптимальную конструкцию. Необходимо так же учитывать технологию изготовления машины.

Изготовление магнитопровода статора и ротора является операцией, которая определяет геометрию магнитной системы электрической машины. При серийном производстве магнитопроводов электрических машин используют как правило электротехническую сталь. Отдельные листы штампуют и собирают в пакеты магнитопровод. Для производства опытного образца использовать штамп достаточно дорого, поэтому листы магнитопровода обычно вырезают методом лазерной или электроэрозионной резки. Существует ряд исследований, которые изучают влияние того или иного способа обработки электротехнической стали на ее свойства [1].

Целью проведенной работы являлось уточнение влияния электроэрозионной обработки на магнитные свойства электротехнической стали. Это особо актуально для электрических машин малой мощности, поскольку магнитопроводы таких машин имеют небольшие габариты, ввиду чего размеры области материала, подверженной изменениям вследствие резки могут оказаться существенными по сравнению с размерами зубца. В результате насыщение в частях магнитопровода электрической машины наступает при меньших протекающих через них потоках и увеличиваются потери, что в итоге сказывается на коэффициенте полезного действия машины [2].

Для проведения экспериментального исследования изменения магнитных свойств был изготовлен пакет кольцевых образцов из электротехнической стали 2412 толщиной 0,5 мм. Чертеж сечения стопки представлен на рис. 1 (а). Кольца отдельных листов имеют одинаковый внешний диаметр и различный внутренний. Из отдельных листов набрано 8 небольших стопок, которые имеют трапециевидальные сечения разной геометрии и почти равные по площади сечения. Эти стопки имеют разное отношение обработанной поверхности к объёму, что позволяет вычлнить эффект деструкции поверхностей при измерении основной кривой намагничивания и потерь. На рис. 1 (б) представлены для примера три кольцевых образца. Красным цветом показаны грани, по которым происходила электроэрозионная обработка.

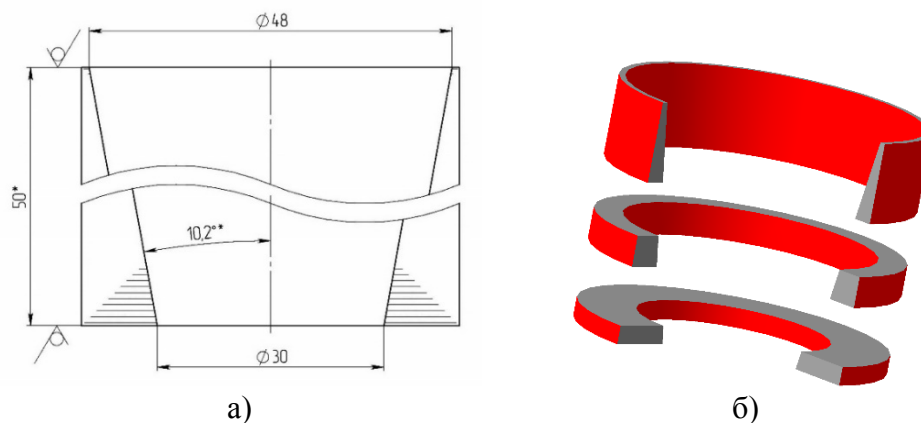


Рис. 1. Чертеж пакета кольцевых образцов

В таблице представлены основные геометрические параметры отдельных кольцевых образцов.

Геометрические параметры кольцевых образцов

№ кольца	1	2	3	4	5	6	7	8
Число листов в кольце	6	6	6	7	7	8	9	11
Высота кольца, мм	3	3	3	3,5	3,5	4	4,5	5,5
Внешний диаметр, мм	50	50	50	50	50	50	50	50
Большой внутренний диаметр, мм	48,032	45,088	43,616	41,04	39,016	37,36	35,88	34,6
Площадь сечения, мм ²	29,172	27,516	25,86	28,077	25,823	26,752	26,577	27,423

В ходе эксперимента снимались кривые намагничивания различных кольцевых образцов. Измерения проходили в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ 12119.1-98 (Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств) и стандарте МЭК IEC 60404-6. Стенд измерений состоит из управляемого с ПК генератора сигналов произвольной формы, полупроводниковой схемы усилителя, набора измерительных датчиков и АЦП для записи полученных результатов на ПК. На кольцевые образцы наносятся две обмотки: первичная – силовая и вторичная – измерительная. На первичную обмотку подается напряжение требуемой для исследования формы и частоты. С помощью датчиков тока записывается ток в первичной обмотке и напряжение на вторичной разомкнутой обмотке. Вторичная обмотка прилегает непосредственно к магнитопроводу (кольцеобразному образцу), что позволяет минимизировать влияние потоков рассеяния на измерения, а первичная обмотка расположена над вторичной. Полученные в виде массива точек значения тока в первичной обмотке и напряжения на вторичной обмотке использовались для вычисления напряженности электрического поля и плотности магнитного потока. На рис. 2 представлено семейство кривых намагничивания для различных колец.

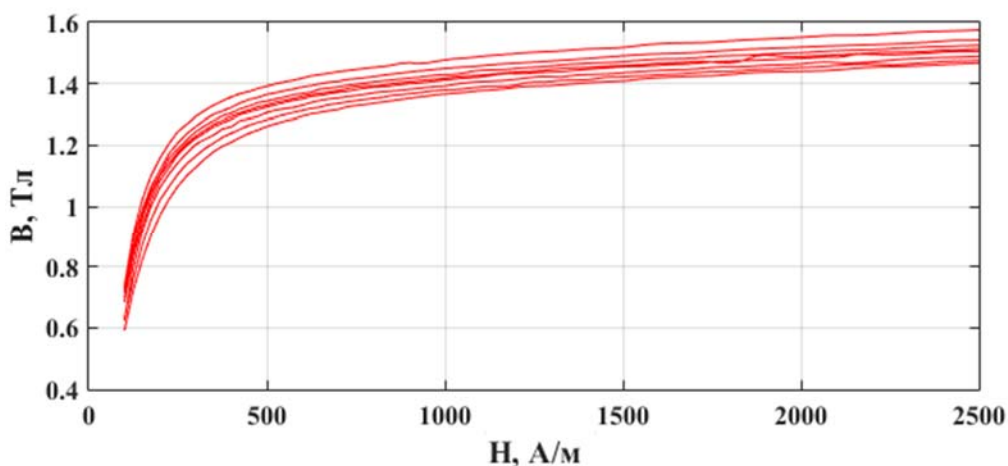


Рис. 2. Семейство кривых намагничивания

Графическое представление семейств кривых намагничивания в таком виде не удобно для сравнительного анализа, поэтому построим графики в которых изобразим изменение магнитной индукции от образца к образцу при фиксированных напряженностях магнитного поля (250 А/м, 1000 А/м и 2500 А/м). На

рис. 3 представлены значения магнитной индукции в разных образцах при фиксированных напряженностях.

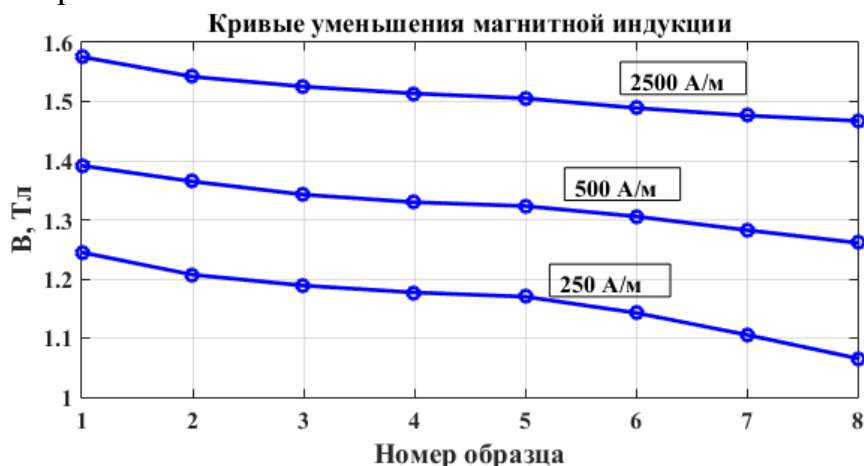


Рис. 3. Кривые уменьшения магнитной индукции.

Таким образом, было опытно установлено, что имеется существенная динамика ухудшения магнитных свойств электротехнической стали в зависимости от увеличения площади обработанной электроэрозией поверхности.

Список использованных источников

1. Yousuke Kurosaki, Hisashi Mogi, Hiroyasu Fujii, Takeshi Kubota, Morio Shiozaki. Importance of punching and workability in non-oriented electrical steel sheets // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2008. Vol. 320. P. 2474–2480.
2. Lode Vandenbossche, Sigrid Jacobs, François Henrotte and Kay Hameyer. Impact of cut edges on magnetization curves and iron losses in e-machines for automotive traction // World Electric Vehicle Journal. 2010. Vol. 4. P. 000587.

УДК 662.997.93

Козлов Н. А., Попов А. И.
Уральский федеральный университет
nkozlov21@mail.ru

ТЕПЛОАКОПИТЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ГВС АВТОНОМНОГО ОБЪЕКТА

Аннотация. В работе рассмотрена возможность применения теплоаккумуляторов для системы отопления и ГВС. В качестве теплоаккумулятора предложено использовать аккумулятор тепловой энергии периодического действия. Проанализированы преимущества данной системы над другими системами подобного действия.

Как известно, региональные энергосистемы загружены крайне неравномерно. В дневное время – пиковые нагрузки, вынуждающие вводить ограничения по потреблению электроэнергии, в ночное – провалы по мощности, невосстановленная электроэнергия и опять значительные потери.